

STUDI KOMPARASI PERKERASAN KAKU DAN PERKERASAN LENTUR JALAN KEMBANG – TUBANAN KABUPATEN JEPARA

Decky Rochmanto¹⁾, Ainis Safaah²⁾, Mochammad Qomaruddin³⁾, Nor Hidayati⁴⁾

^{1,2,3,4)}Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara, Jln. Taman Siswa (Pekeng) Tahunan Jepara,

Email: ¹⁾drochmanto@unisnu.ac.id, ²⁾ainisqu@gmail.com, ³⁾qomar@unisnu.ac.id, ⁴⁾norhida@unisnu.ac.id

Abstrak

Penambahan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Tanjung Jati B unit 5&6 membutuhkan akses – akses tambahan salah satunya adalah jalan alternatif. Maksud dari skripsi ini adalah membuat perencanaan jalan dengan mengkomparasikan perencanaan perkerasan kaku dan perkerasan lentur dengan menggunakan metode Bina Marga serta menghitung besarnya Rencana Anggaran Biaya yang diperlukan untuk keduanya. Dari hasil perhitungan perencanaan didapatkan bahwa untuk perkerasan kaku menggunakan beton bersambung tanpa tulangan dengan tebal plat sebesar 25 cm, ukuran tie bar D-16 jarak 60 cm dan panjang 70 cm, sedangkan ukuran dowel besi Ø 36 jarak 30 cm dan panjang 45 cm. Rencana Anggaran Biaya yang dibutuhkan sebesar Rp. 36.901.467.000,00, sedangkan perkerasan lentur menggunakan Laston Lapis Aus (AC-WC) dengan tebal 7,5 cm dan Rencana Anggaran Biaya yang dibutuhkan sebesar Rp. 24.271.501.800. Perbandingan untuk biaya keduanya adalah 100% : 65%.

Kata Kunci : Alternatif, Komparasi, Perkerasan Kaku, Perkerasan Lentur.

Abstract

Tanjung Jati B Steam Power Plant (PLTU) Located in Tubanan Village, Kembang Subdistrict, Jepara Regency is one of the vital objects to support electricity for Java and Bali with electricity supply of 12 percent. Beginning in 2017, Tanjung Jati B PLTU added construction for unit 5 & 6 Steam Power Plants, so that it needed additional access to support the development, where alternative roads by comparing between rigid pavement and flexible pavement, with initial planning of 4,5 km from Kembang to Tubanan. In this plan, the thickness of the rigid pavement, the thickness of the flexible pavement will be determined, what is the planned budget for the two types of pavement. Data needed include basic land, traffic data and age of the plan. The calculation process can be started by collecting the required data, the calculating the rigid pavement thickness, the thickness of the flexible pavement based on Bina Marga guidelines and the budget plan for each type of pavement. From the results of planning calculations it was found that for rigid pavement using reinforced concrete with a plate thickness of 25 cm, the size of the D-16 tie bar was 60 cm long and 70 cm long, while the size of the iron dowel Ø 36 was 30 cm long and 45 cm long. The Budget Plan (RAB) required is Rp. 36.901.467.000,00, while flexible pavement uses the Laston Lapis (AC-WC) with a thickness of 7,5 cm and the budget Plan (RAB) required is Rp. 24.271.501.800,00. The ratio for the cost of both is 100% : 65%.

Keywords : Alternatives, Comparison, Rigid Pavement, Flexible Pavement

1. PENDAHULUAN

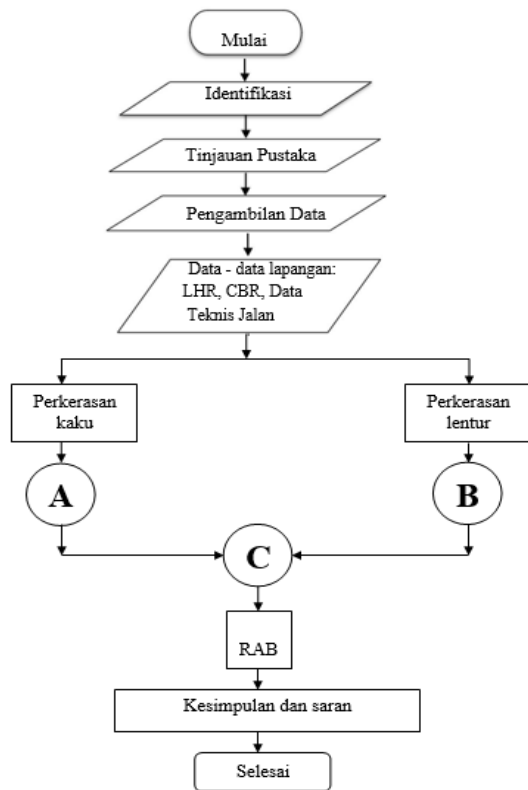
Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Tanjung Jati B yang terletak di Desa Tubanan Kecamatan Kembang Kabupaten Jepara merupakan salah satu objek vital sebagai penunjang listrik untuk daerah Jawa dan Bali. Penambahan pembangunan unit 5&6 saat ini membutuhkan akses – akses tambahan untuk menunjang pembangunan tersebut yang salah satunya adalah jalan alternatif. Kendaraan yang melewati jalan alternatif ini tentunya akan didominasi oleh kendaraan – kendaraan berat dengan sumbu dan kapasitas yang besar, untuk itu perencanaan perkerasan sangat penting dilakukan.

Perencanaan jalan alternatif ini dibuat dengan mengkomparasikan antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur, membuat disain perencanaan dengan menghitung ketebalan masing – masing perkerasan menggunakan metode Bina Marga serta

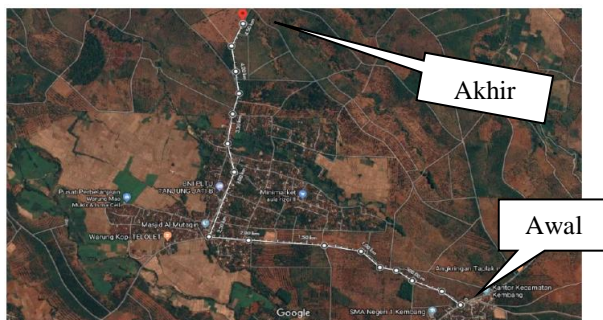
menghitung besarnya Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang diperlukan untuk perkerasan kaku maupun perkerasan lentur sehingga diketahui prosentasi perbandingan biaya keduanya sebagai referensi Dinas – Dinas terkait untuk pelaksanaan pekerjaan dengan menyesuaikan keadaan, kenyamanan, keawetan, dan *budget* yang ada.

2. METODOLOGI

Diagram alir metodologi perencanaan jalan ini digambarkan pada Gambar 1. Perencanaan ini berada di Jalan Kembang – Tubanan Kecamatan Kembang Kabupaten Jepara, tepatnya dimulai dari arah jalan Desa Kembang menuju Desa Tubanan. Peta Lokasi Jalan Kembang-Tubanan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan



Gambar 2. Peta Lokasi Jalan Kembang – Tubanan
 Sumber : Google map, 2018

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data – data Perencanaan Perkerasan Kaku

Dalam perencanaan perkerasan kaku parameter – parameter jalan yang dibutuhkan diantaranya adalah sebagai berikut:

Klasifikasi Jalan	: Kolektor
Tipe Jalan	: 1 jalur
Jenis Perkerasan	: Beton bersambung
Lebar Perkerasan	: 2 x 4 m
Panjang Jalan	: 4.500 m
Umur Rencana	: 20 tahun
Faktor Keamanan	: 1,1
Beban	
CBR	: 1,95 %
Pertumbuhan lalu	: 5%

lintas setiap tahun

fc' : 400 kg/m²

Dowel : Ada

Tiebar : Ada

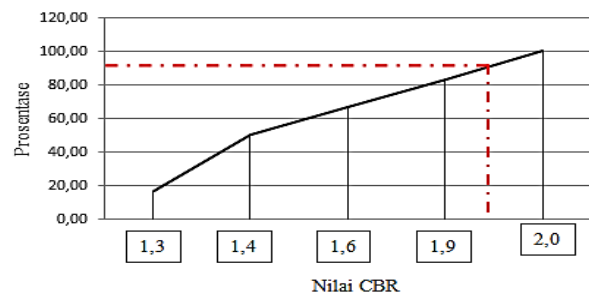
3.2. Data CBR Lapangan

Nilai CBR yang mewakili adalah yang diperoleh dari angka prosentase 90%, sesuai tabel 1 berikut :

Tabel 1. Data CBR yang mewakili

CBR	Jumlah yang sama/lebih besar	Prosentase (%) yang sama/lebih besar
1,3	1	16,67
1,4	3	50,00
1,6	4	66,67
1,9	5	83,33
2,0	6	100,00

Dari data di atas kemudian ditarik garis prosentase sebesar 90 % seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Nilai CBR yang mewakili terhadap prosentase CBR

Dari hasil grafik pada Gambar 3, nilai CBR yang mewakili adalah sebesar 1,95 %

3.3. Perhitungan Lalu Lintas

Perhitungan untuk data lalu lintas dalam umur rencana 20 tahun dapat disajikan ke dalam Tabel 2.

Perhitungan tersebut diperoleh dari perhitungan jumlah lalu lintas tahun 2018 x (1 + i/100) dan jumlah LHR pada tahun selanjutnya tinggal dihitung dengan menggunakan LHR tahun sebelumnya dan seterusnya.

3.4. Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku

Perencanaan tebal perkerasan kaku dipengaruhi oleh :

1. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (R)

Faktor pertumbuhan lalu lintas dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{(1+i)^{UR} - 1}{i}$$

$$R = \frac{(1+0,05)^{20} - 1}{0,05}$$

$$R = 33,07$$

Tabel 2. Perhitungan Lalu lintas harian

Tahun	Jenis Kendaraan						Total Kendaraan
	Mobil	Bus	Truk 2 As	Truk 2 As	Truk 3 As	Truk	
	Penumpang	8 Ton	10 Ton	13 Ton	13 Ton	Gandeng	
1	2	3	4	5	6	7	8
I	5	5	5	5	5	5	
2018	755	5	258	5	2	1	1026
2019	793	5	271	5	2	1	1077
2020	832	6	284	6	2	1	1131
2021	874	6	299	6	2	1	1188
2022	918	6	314	6	2	1	1247
2023	964	6	329	6	3	1	1309
2024	1012	7	346	7	3	1	1375
2025	1062	7	363	7	3	1	1444
2026	1115	7	381	7	3	1	1516
2027	1171	8	400	8	3	2	1592
2028	1230	8	420	8	3	2	1671
2029	1291	9	441	9	3	2	1755
2030	1356	9	463	9	4	2	1843
2031	1424	9	486	9	4	2	1935
2032	1495	10	511	10	4	2	2031
2033	1570	10	536	10	4	2	2133
2034	1648	11	563	11	4	2	2240
2035	1730	11	591	11	5	2	2352
2036	1817	12	621	12	5	2	2469
2037	1908	13	652	13	5	3	2593
2038	2003	13	685	13	5	3	2722

2. Jumlah perhitungan dari sumbu kendaraan niaga (JSKN)

Jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 3. Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga Harian

No	Jenis Kendaraan	Jumlah		
		Kendaraan	Sumbu per kendaraan	Sumbu
1	MP	2003	-	-
2	Bus	13	2	26
3	Truk 2 As Kecil	685	2	1370
4	Truk 2 As Besar	13	2	26
5	Truk 3 As Td	5	2	10
6	Truk Gandeng	3	4	12
		Total		1444

Perhitungan sumbu kendaraan niaga (JSKN) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{JSKN} &= 365 \times \text{JSKNH} \times R \\
 &= 365 \times 1444 \times 33,07 \\
 &= 1,75 \times 10^7 \\
 \text{JSKN Rencana} &= \text{JSKN} \times C \\
 &= 1,75 \times 10^7 \times 0,7
 \end{aligned}$$

$$= 1,23 \times 10^7$$

Ket : C = koefisien distribusi kendaraan niaga pada lajur rencana untuk lebar perkerasan 8m, jumlah lajur 2 dan 1 arah.

3. Perhitungan Proporsi Beban Sumbu

Proporsi Beban Sumbu adalah prosentase dari masing – masing kendaraan dibagi jumlah total sumbu kali seratus persen.

Contoh perhitungan untuk Truk 2 As besar (SRTR) :

$$\begin{aligned}\% \text{ beban sumbu} &= \frac{\text{Jumlah dari sumbu beban}}{\text{jumlah total sumbu}} \times 100\% \\ &= \frac{13}{1.410} \times 100\% \\ &= 0,92\end{aligned}$$

4. Perhitungan Proporsi Sumbu

Dihitung dari keseluruhan sumbu beban dibagi keseluruhan sumbu x seratus persen. Contoh perhitungan untuk Truk 2 As besar (SRTR) :

$$\begin{aligned}\% \text{ beban sumbu} &= \frac{\text{Jumlah total sumbu beban STRT}}{\text{jumlah total sumbu}} \times 100\% \\ &= \frac{1.410}{1.444} \times 100\% \\ &= 97,65\end{aligned}$$

5. Repetisi Kumulatif

Contoh perhitungan repetisi kumulatif selama umur rencana untuk kendaraan truk 2 As Besar adalah :

$$\begin{aligned}\text{Repetisi} &= \text{Proporsi beban} \times \text{Proporsi sumbu} \times \text{JSKN} \\ &= 0,92 \times 97,65 \times 1,23 \times 10^7 \\ &= 11,0 \times 10^8\end{aligned}$$

6. Perhitungan Fatik

Beton yang digunakan adalah beton yang mempunyai kuat tekan pada 28 hari sebesar 400 kg/cm², sehingga kuat lenturnya dapat dihitung dengan rumus $f_{cf} = 3,13.K.(f_c')^{0,50}$ sehingga hasil yang diperoleh adalah $f_{cf} = 3,13 \times 0,75 \times (400)^{0,50}$ hasilnya adalah 46,95 Kg/cm³ atau 4,695 MPa. Faktor Keamanan beban 1,1, digunakan taksir plat sebesar 250 mm. Setelah dihitung (Tabel 4.7) didapatkan prosentasi fatik sebesar 0,00 < 100% (memenuhi syarat) sehingga tebal plat beton perkerasan kaku menggunakan tebal plat 25 cm.

7. Perhitungan Tulangan

Perencanaan menggunakan jenis beton bersambung tanpa tulangan dengan ukuran sebagai berikut :

Tebal plat : 25 cm
 Panjang Plat : 5 m
 Lebar Plat : 2 x 4 m

1). Penulangan Dowel

Untuk plat ukuran 250 mm digunakan dowel dengan ukuran besi diameter 36 mm dengan jarak 300 mm dan panjang 450 mm, Merujuk pada *Principle of pavement design 2nd Ed Yoder, W.M. Witczak tahun 1975*.

2) Penulangan Tie Bar

Sambungan untuk arah memanjang (tie bar) memakai batang ulir yang memiliki berdiameter 16 mm dan jarak yang digunakan adalah 60 cm. Untuk panjang batang pengikat (I) pada sambungan arah memanjang dihitung dengan rumus sbb :

$$\begin{aligned}I &= (38,3 \times \emptyset) + 60 \\ I &= (38,3 \times 16) + 60 \\ I &= 672,8 \text{ mm} \approx 70 \text{ cm}\end{aligned}$$

3.5. Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur

Perencanaan tebal lapis perkerasan lentur dengan metode analisa komponen no. 01/PD/B/1987, Dirjen Bina Marga mempunyai beberapa faktor yang dapat mempengaruhi yaitu Koefisien dari distribusi arah kendaraan (c), Angka Ekuivalen dari Sumbu Kendaraan (E), Lintas Ekuivalen, Daya Dukung Tanah (DDT), Faktor Regional (FR), Indek permukaan (IP), Indek Tebal perkerasan (ITp), dan Koefisien kekuatan relatif.

1. Angka Ekuivalen Masing- Masing Sumbu Kendaraan
 - a. Mobil penumpang (1+1)
 $= 0,0002 + 0,0002 = 0,0004$
 - b. Bus 8 ton (3+5)
 $= 0,0183 + 0,1410 = 0,1593$
 - c. Truk 2 as 10 ton (4+6)
 $= 0,0577 + 0,2923 = 0,3500$
 - d. Truk 2 as 13 ton (5+8)
 $= 0,1410 + 0,9238 = 1,0648$
 - e. Truk 3 as 20 ton (6+7+7)
 $= 0,2923 + 0,5415 + 0,5415 = 1,3753$

2. Menentukan Angka LEP

Lintas ekuivalen Permulaan pada tahun 2018 adalah sebagai berikut :

- a. Mobil penumpang (1+1) = $755 \times 0,5 \times 0,0004 = 0,151$
- b. Bus 8 ton (3+5) = $5 \times 0,5 \times 0,1593 = 0,398$
- c. Truk 2 as 10 ton (4+6) = $258 \times 0,5 \times 0,3500 = 45,150$
- d. Truk 2 as 13 ton (5+8) = $5 \times 0,5 \times 1,0648 = 2,662$
- e. Truk 3 as 20 ton (6+7+7) = $2 \times 0,5 \times 1,3753 = 0,688$

$$\text{Total LEP (a+b+c+d+e)} = 49,049$$

3. Menentukan LEA

Lintas Ekuivalen Akhir yaitu pada akhir tahun rencana 2038 adalah sebagai berikut :

- a. Mobil penumpang (1+1) = $2003 \times 0,5 \times 0,0004 = 0,401$
- b. Bus 8 ton (3+5) = $13 \times 0,5 \times 0,1593 = 1,035$
- c. Truk 2 as 10 ton (4+6) = $685 \times 0,5 \times 0,3500 = 119,875$

$$\begin{aligned}
 \text{d. Truk 2 as 13 ton (5+8)} &= 13 \times 0,5 \times 1,0648 \\
 &= 6,921 \\
 \text{e. Truk 3 as 20 ton(6+7+7)} &= 5 \times 0,5 \times 1,3753 \\
 &= 3,438 \\
 \hline
 \text{Total LEA (a+b+c+d+e)} &= 131,670
 \end{aligned}$$

4. Menentukan LET

Menghitung LET adalah sebagai berikut :

$$\text{LET} = 0,5 \times (\text{LEP} + \text{LEA} 2038)$$

$$\text{LET} = 0,5 \times (49,049 + 131,670) = 90,359$$

5. Menentukan LER

Lintas ekivalen rencana dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{LER} = \text{LET} \times \text{UR} / 10 \quad \text{UR}$$

$$= \text{Umur Rencana}$$

$$\text{LER} = 90,359 \times 20 / 10$$

$$= 180,719$$

6. Faktor Regional

Prosentase jumlah kendaraan berat dari jumlah kendaraan total akhir pada umur rencana dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \% \text{ kendaraan berat} &= \text{jumlah kendaraan berat} / \text{jumlah} \\
 &\quad \text{kendaraan total} \times 100\% \\
 &= 1410 / 2722 \times 100\% \\
 &= 51,8 \%
 \end{aligned}$$

Apabila kondisi jalan mempunyai prosentase kendaraan berat > 30%, kelandaian < 6% dan curah hujan < 900 mmper tahun, maka jalan rencana mempunyai FR = 1,5.

7. IPo (Indek Permukaan Awal)

Perencanaan direncanakan dengan menggunakan laston, maka didapatkan nilai IPo ≥ 4

8. IPt (Indek Permukaan Akhir)

Hasil Perhitungan LER = 180,719 atau (100 – 1000) maka kendaraan dan klasifikasi jalan adalah kolektor didapatkan nilai IPt = 2,0

9. DDT (Daya Dukung Tanah)

Berdasarkan data hasil CBR dilapangan didapatkan bahwa nilai CBR yang mewakili adalah 1,95 sehingga kita dapat menentukan nilai DDT menggunakan rumus sebagai berikut :

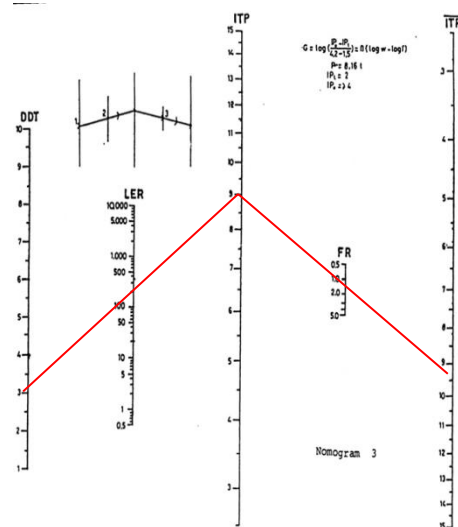
$$\text{DDT} = 1,6649 + 4,3592 \log (\text{CBR})$$

$$\text{DDT} = 1,6649 + 4,3592 \log (1,95)$$

$$\text{DDT} = 2,93 \approx 3$$

10. Indeks Tebal Perkerasan

Selanjutnya adalah menentukan Indeks Tebal Perkerasan (ITP) dengan cara melakukan Penarikan garis pada nomogram 3 dari DDT menuju LER dan ke garis ITP. Menggunakan nomogram 3 karena IPt nya 2,0 dan IPo = 4.



Gambar 4. Nomogram untuk IPt = 2 dan IPo ≥ 4

ITP sesuai gambar di atas didapatkan sebesar = 9,5

$$\text{ITP} = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 + a_3 \times D_3$$

Jenis lapisan yang akan digunakan adalah :

- Surface course*: Laston. ($a_1 = 0,40$)
- Base course*: Batu pecah kelas A (CBR 100%) ($a_2 = 0,14$)
- Sub base course*: Sirtu/pitrun kelas B (CBR 50%) ($a_3 = 0,12$)

Penentuan tebal masing – masing perkerasan adalah sebagai berikut :

- 1) D1: Diketahui ITP adalah 9,5 maka tebal minimum perkerasan berdasarkan tabel batas minimum dari tebal lapis perkerasan adalah sebesar 7,5 cm dengan bahan lasbutag/laston.
- 2) D2 : berdasarkan tabel batas minimum dari tebal lapis pondasi untuk ITP 9,5 maka tebal lapis pondasi sebesar 20 cm dengan bahan batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisai tanah dengan kapur, pondasi macadam,lapen, laston atas.

3) D3:

$$\text{ITP} = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 + a_3 \times D_3$$

$$9,5 = 0,40 \times 7,5 + 0,14 \times 20 + 0,12 \times D_3$$

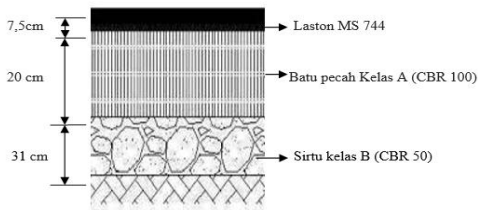
$$9,5 = 3 + 2,8 + 0,12 D_3$$

$$D_3 = \frac{9,5 - 5,8}{0,12}$$

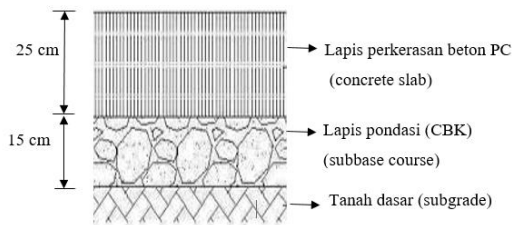
$$D_3 = 30,8 \text{ cm}$$

$$= 31 \text{ cm}$$

3.6. Gambar Susunan Perkerasan



Gambar 5. Susunan Perkerasan Lentur



Gambar 6. Susunan Perkerasan Kaku

3.7. Rencana Anggaran Biaya

1. Rencana Anggaran Biaya Perkerasan Kaku

a) Divisi I. Umum	=Rp. 30.000.000,-
b) Divisi 3. Pekerjaan Tanah	=Rp. 625.680.000,-
c) Divisi 4. Pelebaran perkerasan Dan Bahu Jalan	= Rp. 1.783.800.000,-
d) Divisi 5. Perkerasan berbutir dan perkerasan beton	= Rp. 24.669.576.000,-
e) Divisi 7. Struktur	= Rp. 216.712.500,-
f) Divisi 8. Pengembalian Kondisi dan Pekerjaan Minor	= Rp. 9.575.698.500,-
Jumlah	= Rp.36.901.467.000,-

2. Rencana Anggaran Biaya Perkerasan Lentur

a) Divisi I. Umum	=Rp. 30.000.000,-
b) Divisi 3. Pekerjaan Tanah	= Rp. 745.713.000,-
c) Divisi 6. Perkerasan Aspal	= Rp. 6.575.752.800,-
d) Divisi 7. Struktur	= Rp. 6.787.620.000,-
e) Divisi 8. Pengembalian Kondisi dan Pekerjaan Minor	= Rp.10.132.416.000,-
Jumlah	= Rp.24.271.501.800,-

4. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan perencanaan jalan alternatif Kembang – Tubanan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Perencanaan Perkerasan Kaku menggunakan jenis Beton Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT) dan Perkerasan lentur dengan Laston AC – WC.
2. Pada Struktur perkerasan kaku menggunakan :
Surface Course (pelat beton) : 25 cm.
Sub Base Course (CBK) : 15 cm
Dowel
 - $\varnothing = 36 \text{ mm}$
 - panjang dowel = 45cm
 - jarak antar dowel = 30 cm*Tie bar*
 - $D = 16 \text{ mm}$
 - panjang tie bar = 70 cm
 - jarak antar *tie bar* = 60 cm
3. Tebal pada perkerasan lentur pada masing – masing lapisan sebagai berikut :
Surface Course (Laston MS 744) : 7,5 cm.
Base Course (Batu Pecah Kelas A) : 20 cm.
Sub Base Course (Sirtu Kelas B) : 31 cm.
4. Jumlah Rencana Anggaran Biaya yang dibutuhkan untuk perkerasan kaku adalah sebesar Rp. 36.901.467.000,00 sedangkan pada perkerasan lentur sebesar Rp. 24.271.501.800,00.
5. Perbandingan biaya yang dibutuhkan untuk perkerasan kaku dan perkerasan lentur adalah sebesar 100 % : 65 %, sehingga perkerasan lentur lebih efisien 35% dibandingkan dengan perkerasan kaku.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan memanjatkan rasa syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan taufiq dan hidayah-Nya, sehingga jurnal yang berjudul Studi Komparasi Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur Jalan Kembang – Tubanan Kabupaten Jepara dapat penulis selesaikan dengan baik. Ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada:

- a. Rektor Universitas Islam Nahdlatul Ulama (UNISNU) Jepara, Bapak Dr. Sa'dullah Assaidi, M.Ag yang telah memberikan semangat dalam jurnal ini.
- b. Bapak H. Ariyanto, ST., MT. selaku Wakil Dekan III Fakultas Sains dan Teknologi yang selalu memberikan motivasi dan kemudahan dalam penyelesaian jurnal ini
- c. Bapak Khotibul Umam, ST., MT. selaku Prodi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi.

Akhirnya penulis berharap apa yang telah disajikan dalam jurnal dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan umumnya kepada para pembaca serta masyarakat luas, dan juga menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan di dalamnya.

6. DAFTAR PUSTAKA

AUSTROADS. 1992.Pavement Design, A Guide to the Structural Design of Pavements.

- Bachtiar Ibrahim.1993. *Rencana dan Estimate Real of Cost*. Jakarta: BumiAksara
- Catatan Pelaksanaan Proyek Sipil.14 September 2014.proyek sipil.blogspot.com
- Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah. 2003. *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003*.
- Departemen Pekerjaan Umum.2003.Pedoman Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, Austroads
- Dewabroto,Wiryanto. 2010. *Jalan Beton dan Tulangannya*. Wordpress Blog.
- DPUPR Kabupaten Jepara .2018. Harga Satuan Pekerjaan Bahan dan Upah Pekerjaan Jalan Kabupaten Jepara
- Hamirhan Saodang. 2005.*Perancangan Perkerasan Jalan Raya*.Penerbit Nova Bandung.
- Hendarsin L Shirley. 2000. *Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Bandung. Politeknik Negeri Bandung.
- J. A. Mukomoko. 1987. “Dasar Penyusunan Anggaran Biaya Bangunan”
- PCA, 1984. *Thickness Design for Concrete Higway and street Pavements*.Portland Cement Association
- Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan Dan Rekayasa Sipil. 2012. *Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum*. Kementrian Pekerjaan Umum.
- Setianto Purwo. 1996. *Teknik Jalan Raya*/Clarkson H Oglesby, R.Gary HicksEdisi Keempat Jilid II Jakarta:Erlangga.
- SNI 03-1731-1989.Tata Cara Pengujian California Bearing Ratio Lapangan.
- SNI 03-1744-1989.Tata Cara Pengujian California Bearing Ratio Laboratorium.
- SNI 03 –6388 –2000. Spesifikasi Agregat Lapis Pondasi Bawah, Lapis Pondasi Atas dan Lapis Permukaan. Jakarta
- SNI03-1743-1989. AASHTO T 180.Kepadatan Modifi. Badan Penelitian dan Pengembangan PU.1998. Jakarta
- Sukirman Silvia. 1999.*Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Penerbit Nova. Bandung
- Sukirman, Silvia. 2003. *BAB II Perkerasan Jalan Raya*. Penerbit NOVA, Bandung.
- Spesifikasi Umum Jalan dan Jembatan, 2018. Direktorat Jenderal Bina Marga KementerianPekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Suryawan Ari. 2006. *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Suryawan Ari,2009. *Perkerasan Jalan Beton (Semen Portland)*. Beta Offset Yogyakarta.
- Yoder,E.J and Witczak, M.W.1975.*Principles of Pavement Design, 2nd Edition*, New York , John Wiley & Sons, inc.
- [http://www.academia.edu/5434881/Petunjuk_Pencanaan_TebalPerkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen Departemen Pekerjaan Umum](http://www.academia.edu/5434881/Petunjuk_Pencanaan_TebalPerkerasan_Lentur_Jalan_Raya_Dengan_Metode_Analisa_Komponen_Departemen_Pekerjaan_Umum)
- [http://www.academia.edu/8119507/Contoh_PerhitunganPerencanaan Perkerasan Jalan](http://www.academia.edu/8119507/Contoh_PerhitunganPerencanaan_Perkerasan_Jalan)
- http://www.academia.edu/10010384/TugasAkhir_Perencanaan_Perkerasan_Kaku_Rigid_Pavement_Jalan_Purwodadi_Kudus_Ruas_198_Disusun_sebagai_syarat_untuk_memperoleh_gelar_Ahli_Madya_Program_StudiDiplomaIIITeknikSipil
- [https://es.scribd.com/doc/267663111/1891-Konstruksi-Jalan-Raya-Buku -2-Perancangan-Perkerasan-Jalan-Raya](https://es.scribd.com/doc/267663111/1891-Konstruksi-Jalan-Raya-Buku-2-Perancangan-Perkerasan-Jalan-Raya)
- [https://mafiadoc.com/perencanaan-tebal-perkerasan-kaku-pada-ruasjalan -_5a19fd0c1723dda9ef1ca646.html](https://mafiadoc.com/perencanaan-tebal-perkerasan-kaku-pada-ruasjalan-_5a19fd0c1723dda9ef1ca646.html)